

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Лысенко Ю.Ю., Дугин А.Л., Закревский А.Ф.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Куц Ю.В.

Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт»

(03056, Киев, пр. Победы, 37, каф. ПСНК ПСФ, тел. (044) 454-95-47)

e-mail: j.lysenko@kpi.ua

The results of experimental investigations of pulsed eddy current testing are discussed. Analysis of the sensor signal parameters dependence on the parameters of sample were made. The informative signals processing method using Hilbert transform has been developed. The mathematical computation for system of "transducer - object" which enables to made the spectral composition of signals on the devices design phase was proposed.

Импульсный режим в вихретоковом контроле используют в дефектоскопии многослойных материалов и объектов со сложной поверхностью. За счет возбуждения вихретокового преобразователя (ВТП) периодическими импульсными токами информационный сигнал содержит ряд частотных составляющих, позволяющих повысить информативность контроля и выявление дефектов на большей глубине. Сигналы ВТП анализируются в частотной области с использованием преобразования Фурье или Лапласа, либо во временной области, посредством свертки двух функций, одна из которых представляет исходный сигнал возбуждения, а вторая – переходную функцию системы.

Исследователями разработано много способов практического использования импульсного режима работы ВТП. Значительный интерес вызывает оценка характеристик переходного процесса как отклика ВТП на фронты возбуждающего импульсного сигнала. Предварительные исследования такого режима работы показали, что вариация характеристик объектов контроля (ОК) приводит к изменению декремента α и частоты f вносимых сигналов ВТП. Установлено, что при исследовании цилиндрических ОК из электропроводящих немагнитных материалов в таком режиме значения α и f зависят соответственно от электропроводности γ материала и диаметра d ОК, то есть $\alpha = F_1(\gamma)$ и $f = F_2(d)$. Однако, вид этих функциональных зависимостей до сих пор не достаточно изучен.

Целью работы является исследование функциональной зависимости между постоянными во времени параметрами ОК и параметрами выходного сигнала трансформаторного проходного ВТП в импульсном режиме.

Теоретические кривые зависимостей $\alpha = F_1'(\gamma)$ и $f = F_2(d)$ приведены соответственно на рис. 1 и рис. 2.

Для проведения эксперимента в качестве ОК выбраны две серии цилиндрических образцов из алюминия и бронзы ($d \in 34 \div 35$ мм).

Обработка и анализ параметров сигналов трансформаторного ВТП в импульсном режиме предполагали определение гильберт-образа сигнала и их амплитудной и фазовой характеристик.

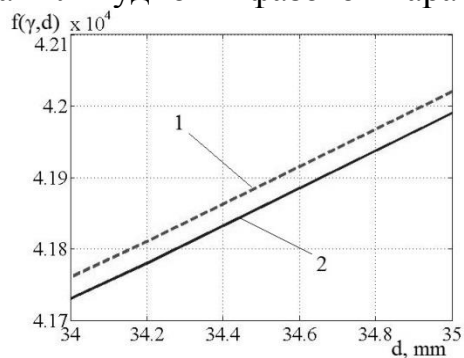


Рис. 1. Зависимость $f = F_2(d)$ (ОК из алюминия - 1 и 2 - из бронзы)

На рис. 3 представлены экспериментальные зависимости $f = F_2(d)$ (кривые 1), а также их линейные тренды (кривые 2). Анализ этих графиков показывает, что изменение d приводит к изменению частоты сигнала ВТП, а изменение γ материала ОК слабо влияет на частоту сигнала. В то же время, зависимость декремента сигнала ВТП от диаметра образцов (рис. 4) прослеживается слабо, но позволяет судить об электропроводности материала образцов. В целом характер экспериментальных кривых (рис. 3 и 4) соответствует теоретическим кривым (рис. 1 и 2), что свидетельствует об адекватности математической модели.

В докладе проанализирован импульсный режим работы трансформаторного проходного ВТП рассматриваемого как узкополосная система. Приведено математическое описание работы импульсного ВТП в переходном режиме работы, что расширяет их практическое применение за счет повышения информативности выходного сигнала. Показана возможность реализации трехпараметрового контроля цилиндрических ОК. Предложено математическое условие узкополосности и широкополосности системы «ВТП-ОК», что позволит на этапе проектирования приборов вихретокового контроля выполнять оценку спектрального состава сигналов импульсного вихретокового контроля.

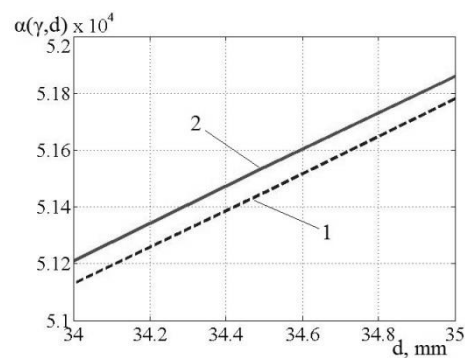


Рис. 2. Зависимость $\alpha = F_2'(d)$ (ОК из алюминия - 1 и 2 - из бронзы)

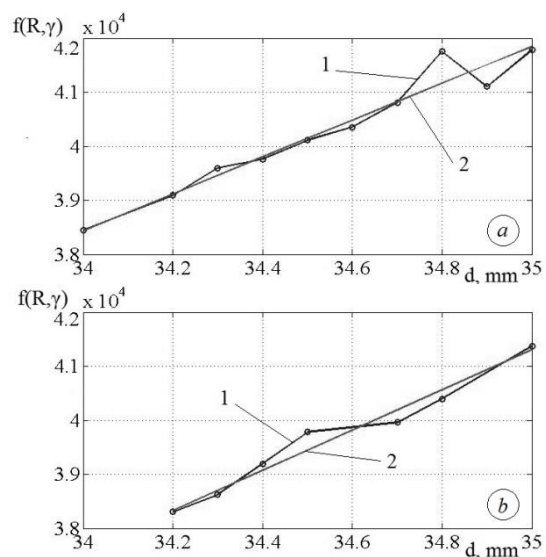


Рис. 3. Зависимость $f = F_2(d)$: образцов из алюминиевых (a) и бронзовых (b)

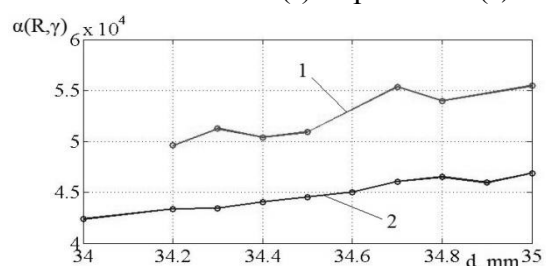


Рис. 4. Зависимость $\alpha = F_2'(d)$ (ОК из алюминия - 1 и 2 - из бронзы)